



**Espacenet**

## Bibliographic data: JP 2003510853 (T)

### SURFACE STRUCTURED LIGHT-EMITTING DIODE WITH IMPROVED CURRENT COUPLING

Publication date: 2003-03-18

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification: International: H01L33/02; H01L33/42; H01L33/14; H01L33/22; (IPC1-7): H01L33/00  
- European: H01L33/02C; H01L33/42

Application number: JP20010527369T 20000921

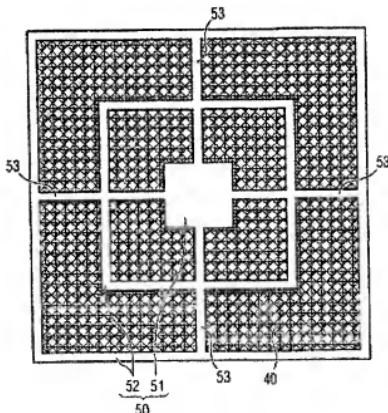
Priority number(s): DE19991047030 19990930; WO2000DE03291 20000921

- WO 0124280 (A1)
- US 7135709 (B1)
- TW 513816 (B)
- EP 1222696 (A1)
- DE 19947030 (A1)
- more

Also published as:

WO 0124280 (A1)

**Abstract not available for JP 2003510853 (T)**  
**Abstract of corresponding document: WO 0124280 (A1)**  
 The light output from a light emitting diode (100), comprising a light generating layer (20) and a relatively thick, transparent current dispersing layer (30), is improved by a vertical structuring of the surfaces of the current dispersing layer (30) and, by means of a second electrical contact layer (50) with a distributed lateral structure, an essentially homogeneous coupling of electrical current in the current dispersing layer (30) can be obtained.



Last updated:  
 26.04.2011 Worldwide  
 Database 5.7.22; 92p

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2003-510853

(P2003-510853A)

(43)公表日 平成15年3月18日 (2003.3.18)

(51)Int.Cl.

H 01 L 33/00

類別記号

F I

H 01 L 33/00

テ-ヤコト" (参考)

E 5 F 0 4 1

A

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 21 頁)

(21)出願番号 特願2001-527369(P2001-527369)  
(22)出願日 平成12年9月21日(2000.9.21)  
(23)翻訳文提出日 平成14年3月28日(2002.3.28)  
(24)国際出願番号 PCT/DE00/03291  
(25)国際公表番号 WO01/024280  
(26)国際公開日 平成13年4月5日(2001.4.5)  
(31)優先権主張番号 199 47 030. 8  
(32)優先日 平成11年9月30日(1999.9.30)  
(33)優先権主要国 ドイツ (DE)  
(34)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), CN, JP, KR, US

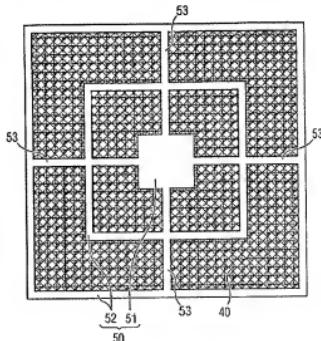
(71)出願人 オスラム オプト セミコンダクターズ  
ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ  
ル ハツツング  
Osram Opto Semikond  
uctors GmbH  
ドイツ連邦共和国 レーガンスブルク ヴ  
エルナーヴェルクシュトラーゼ 2  
(72)発明者 ラルフ ウィルト  
ドイツ連邦共和国 レーガンスブルク ア  
ウグステンシュトラーゼ 13  
(74)代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電流の流れが改善された、表面パターニングされた発光ダイオード

(57)【要約】

発光層(20)と比較的厚い透明な電流拡散層(30)とを備えた発光ダイオード(100)において、電流拡散層(30)の表面のパーティカルなパターンにより光放射の改善を達成しつつ同時に分配されたラテラルなパターンを有する第2の電気接觸層(50)により電流拡散層(30)中へはほぼ均一な電流の流れが達成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板(10)、前記の基板(10)上に作成された少なくとも1つの発光層(20)及び前記の発光層(20)上に設けられた透明な電流拡散層(30)を有する半導体積層構造体と、

基板背面上の第1の電気接触層と、

電流拡散層(30)上に設けられている第2の電気接触層(50)とを有する発光ダイオード(100)において、

電流拡散層(30)の表面が、光放射の改善のためにパーティカルなパターン(40)を有し、かつ

第2の電気接触層(50)が、電流拡散層(30)中へのほぼ均一な電流の流れを達成できるラテラルなパターンを有することを特徴とする、発光ダイオード(100)。

【請求項 2】 第2の電気接触層(50)は、中央の、特に円形又は正方形の接触面(51)と、前記の中央の接触面(51)を取り囲むように配置されている比較的狭い接触ウェブ(52；53)及び／又は接触点(54)からなる、前記の中央の接触面(51)の中心点に対して回転対称の接触パターン(52；53；54)とを有する、請求項1記載の発光ダイオード(100)。

【請求項 3】 回転対称体が整数であり、特に発光ダイオード回転対称体に一致する、請求項2記載の発光ダイオード(100)。

【請求項 4】 第2の電気接触層(50)が相互につながって構成されている、請求項1から3までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)。

【請求項 5】 第2の電気接触層(50)は相互につながっておらず、かつ透明な導電性金属層によって相互に接続されている、請求項1から3までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)。

【請求項 6】 第2の電気接触層(50)が、電流拡散層のバーニングされた及び／又はバーニングされていない断片上に設けられている、請求項1から5までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)。

【請求項 7】 パーティカルなパターン(40)が有利に規則的に配置されたn個の側面の(n≥3)の角錐、截頭角錐、円錐又は截頭円錐を有する、請求

項1から6までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)。

【請求項8】 基板(10)上に発光層(20)を、引き続き比較的厚い透明な電流拡散層(30)を設け、かつ基板表面上に第1の電気接觸層を設け、電流拡散層(30)の表面上に、光放射の改善のために、バーティカルなパターン(40)を作成し、

電流拡散層(30)のバーテーニングされた表面上に、所望のラテラルなパターンを有する第2の電気接觸層(50)設けることを特徴とする、請求項1から7までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)の製造方法。

【請求項9】 基板(10)上に発光層(20)を、引き続き比較的厚い透明な電流拡散層(30)を設け、かつ基板表面上に第1の電気接觸層を設け、電流拡散層(30)の表面上に所望のラテラルなパターンを有する第2の電気接觸層(50)を設け、

前記の第2の電気接觸層(50)の範囲外の電流拡散層(30)の表面上に、光放射の改善のために、バーティカルなパターン(40)を作成することを特徴とする、請求項1から8までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は諸求項1の上位概念に記載された発光ダイオードに関する。本発明は特に、電流供給の均一性の改善のために電気的接触層がラテラルなパターンを有し、このパターンにより発光ダイオード内へのほぼ均一な電流の流れを達成することができる表面バーニングされた発光ダイオードに関する。

【0002】

発光ダイオード、例えば半導体発光ダイオード(LED)は特に材料系に応じて供給された電気エネルギーを放射エネルギーへ変換する内部変換効率が極めて高くなることが、つまり80%より高くなりえることが特徴である。しかしながら、半導体結晶からの効率のよい再結合による発光放射は、半導体材料(一般にn=3.5)と周囲を取り囲む注入樹脂材料(一般にn=1.5)の間で高い屈折率の差により困難になる。それにより生じる半導体材料-注入樹脂材料の界面での約26°の小さな全反射角度により、生じた光の一部しか放射することできない。一般に製造時に使用される簡単なキューブ状の形状のLEDでは、放射束が約26°Cの幅の円錐状の放射の形で発光されず、半導体結晶内に捕捉されてしまう、それというのも表面法線に対するその角度が複数回の反射によっても変化しないためである。このためこの放射束は遅かれ早かれ接触領域、アクティブゾーンの領域又は基板内で失われてしまう。特に、InGaAlP-LEDの場合には吸収性のGaAs基板が特に問題となる。この種の従来のLEDでは、アクティブゾーンからLEDの表面へ向かう方向へ発光する放射のうち円錐状の放射以外のものは、高い確率で基板内で吸収により失われてしまう。

【0003】

この問題を緩和するための、実際に最も頻繁に使用されている方法は、厚い半導体層をLEDの上面に設けることである。これにより発光する放射光の横側の円錐状放射を部分的に利用することが可能となる。

【0004】

米国特許第5008718号明細書では、AlGaInP-LEDにおいて、電気接触部を通って注入される電流を横方向に拡散させるために、導電性でかつ

放射された光放射に対して透明なG a P一層を活性の発光層の上に設けることが提案されている。厚いG a P一層の作用により内部全反射を低減する有利な副次的効果及び放射光の横側の放射の可能性を、他の箇所で示唆されている。さらに、発光した放射光に対して不透過性のG a A s -基板をエッティングにより除去し、適当な材料、例えばG a Pからなる少なくとも1つの透明な基板層に置き換えることが提案されている。

#### 【0005】

米国特許第5233204号明細書においても、1つ又は複数の厚い透明層を発光ダイオードに使用することが提案されている。この透明層の配置又は数について多様な構成が記載されている。特に活性の発光層の下側に配置された、基板方向で先細にかつ漏斗状に形成された層が提案されている。

#### 【0006】

最初のコンピュータシミュレーションにおいて、最上の厚い透明の半導体層の表面バターニングが、発光放射についての値を改善することはすでに示されている。特に有利に規則的に配列されたn個の側面のプリズム、角錐、截頭角錐、円柱、円錐、截頭円錐等からなる表面バターニングは発光放射を明らかに改善する。これは、まず上方へ急勾配に延びる放射がバターニングされた表面で反射され、各反射によって平坦に延び、その結果この放射は最終的に表面のバターニングされた領域の側壁から横方向に放射される。

#### 【0007】

このような表面バターニングされた発光ダイオードは、半導体基板上に発光性の半導体層を成長させかつ上方の厚い透明な半導体層を成長させた後に、厚い半導体層の表面上へ中央の電気接觸面を設けることにより製造した。引き続き中央の接觸面の領域外でエッティング技術によりこの厚い半導体層の表面をバターニングし、その後で、基板背面側を薄くし、背面接觸を設けた。しかしながら、この方法は欠点を有していた、それというのも厚い半導体層、いわゆるウインドウ(Window)はバターニングすることにより断片化され、それにより電流の拡散が悪化するためである。従って、電流が中央の接觸面以外の範囲に十分に分配されないことで、バターニングにより改善された光放射は電流の拡散が不足すること

によって相殺されてしまい、全光束の向上は望ましい結果とならない。

【0008】

従って、本発明の課題は、高効率の光放射を行う発光ダイオードを提供することであった。特に本発明の課題は、発光ダイオードにおいて誘導された電流を空間的に良好に分配し、同時に光学的な光放射を良好に放射させることであった。

【0009】

前記の課題は、請求項1記載の特徴部により解決される。

【0010】

従って、本発明は、基板及び前記基板上に形成された少なくとも1つの発光層及び前記の発光層上に設けられた透明な電流拡散層、基板背面上の第1の電気接觸層、及び電流拡散層上に配置されている第2の電気接觸層を有する電流半導体積層構造を備えた発光ダイオードを記載し、その際、電流拡散層の表面は光放射の改善のためにパーティカルなパターンを有し、第2の電気接觸層はラテラルなパターンを有し、このパターンによりほぼ均一な電流の流れを達成することができる。電流拡散層は有利に比較的厚く、特に5～80μmの範囲内にある。

【0011】

従って、本発明は、光放射に寄与する半導体の表面バターニングと、最も広い意味で金属接觸格子に成形された第2の電気接觸層により保障される改善された電流拡散層との組合せに基づく。格子とは、本願明細書において、単に嚴格な周期的な閉じた格子を意味するだけでなく、個々の接觸フィンガ又は接觸のために適した金属ウェブの他のガイド部をも意味する。このような格子は、バターニングされた発光ダイオードにおいて電流拡散の問題を克服し、十分に改善された光放射をもたらす。

【0012】

電流拡散層の表面のパーティカルなパターンは、考えられる形をそれぞれ有することができる。可能なバターニングはn個の側面のプリズム、角錐又は截頭角錐、円柱、円錐、截頭円錐等である。

【0013】

特に、第2の電気接觸層は中央特に円形の接觸面を有しつつ中央の接觸面の

中心点に対して回転対称の、比較的狭い接触ウェブ及び／又は接触点からなる接触パターンを中央の接触面の周囲に有している。この場合、接触パターンの回転対称体は整数であることができ、特に回転対称体は発光ダイオードに一致する。通常の場合は長方形又は正方形の発光ダイオードであり、この場合、接触パターンは4次元の対称体を有する。

【0014】

第2の電気接触層はつながって形成されていても、又はつながって形成されていないくともよく、つながっていない場合には、つながっていない断片は、例えば酸化スズインジウム（ITO）からなる透明な導電性材料層により相互に接続されている。

【0015】

第2の電気接触層は、電流拡散層の表面上のバターニングされた断片上にでももしくはバターニングされていない断片上に設けることができる。

【0016】

本発明を次に、図面と関連して実施例を用いて詳説する。

【0017】

図1は、リフレクタ内に配置された本発明による表面バターニングされた発光ダイオードの略示断面図である。

【0018】

図2は、第2の電気接触層の第1の実施例を発光ダイオードのバターニングされた光出射面側の平面図である。

【0019】

図3は、第2の電気接触層の第2の実施例のバターニングされた光放射面側の平面図である。

【0020】

図4は、第2の電気接触層の第3の実施例の平面図である。

【0021】

図1はLEDチップ100を表し、このチップは横断面において円形又は放物線の形のリフレクタ200中に配置されていて、前記のチップから発光された

光放射は直接的な経路で放射されるかもしくはリフレクタ20により集められれば同じ方向に放射される。一般に、LEDチップ100は注入樹脂材料中に埋め込まれているため、特にその光放射面では半導体材料と注入樹脂材料との間の界面が生じる。この界面には比較的大きな屈折率の差が存在するため、すでに法線に対して比較的小さな入射角の場合に全反射が生じる。この全反射した放射は、LEDチップ100の基板中に吸収される代わりに、できる限りLEDチップ100の側面を通して放射され、リフレクタ200により集められる。

#### 【0022】

本発明による発光ダイオードは、吸光性又は透明な基板10及び前記の基板10上に作成された少なくとも1つの発光層20を備えた半導体積層構造体を有する。発光層20はpn接合により形成されている。所望の場合に、單一又は多重一量子トラフバターン(Einfach- oder Mehrfach-Quantentrogstruktur)は発光層20として形成されていてもよい。発光層20の上方に比較的厚い、透明な半導体層、いわゆる電流拡散層30が成長されている。基板背面には第1の電気接觸層50が設けられている。電流拡散層30の表面はバターン40を有し、このバターンにより光放射は改善される。図1の横断面図において、バターン40は複数個の角錐として記載されている。この角錐は $n \geq 3$ 個の側面を有することができ、その際、限界値 $n = \infty$ では角錐から円錐になる。相応するバターンから先端は切断されていてもよく、その結果、截頭角錐又は截頭円錐が生じる。バターン40を備えた電流拡散層30の表面上に第2の電気接觸層50が、できる限り均一な電流の流れを達成できるように設けられる。このために、格子状のバターンを有する第2の電気接觸層50が設けられる。図2~4には、第2の電気接觸層の形状についての実施例が記載されている。

#### 【0023】

図2~4には、それぞれ正方形に成形された発光ダイオードの光放射面側の、つまり第2の電気接觸層50を備えた電流拡散層30の表面側の平面図が示されている。図2の実施例において、バターン40は多数のマトリックス状に配置された四角錐又は截頭四角錐からなる。第2の電気接觸層50は一般に電流拡散層

30のバーニングされていない領域上に、つまり角錐の底面に堆積している。しかしながら、この電気接触層50はバーン40上に直接設けられていてもよい。有利に、第2の電気接触層50は接触合金、例えばAu:Zn又はAu:Ge等からなることができる。図2~4の実施例は、第2の電気接触層50のバターンの可能な形状を示し、前記の電気接触層50は中央に、特に円形の又は正方形の接触面51と、前記の中央の接触面51の中心点に対して回転対称に、前記の中央の接触面51を取り囲む比較的狭い接触ウェブ52, 53又は接触点54とからなる格子バターンからなる。再結合のために電流をできる限り均質に供給するために、この場合、発光ダイオード自体と同様の回転対称体を有する。従って、発光ダイオードが実施例のように正方形に形成されている場合、つまり4次数の対称体を有する場合、第2の電気接触層50の格子バターンも同様に、中央の接触面51の中心点を中心として4次数の回転対称体で形成される。

#### 【0024】

図2に示された接触層50の実施態様が特に有利である。この実施例の場合に、接触層50は外側及び内側の周設された接触ウェブ52を有する。外側の周設された接触ウェブ52は基板10の縁部に沿って延在する。内側の周設された接触ウェブ52は中央の接触面51と外側の周設された接触ウェブ52との間に配置されている。外側の周設された接触ウェブ52及び内側の周設された接触ウェブ52とは相互に及び中央の接触面51と共に半径方向に延在する接触ウェブ53によって結合している。この種のバターンは、正方形の横断面を有するLEDチップ100において均質な電流の分配のために特に有利である、それというのも電気接触層50のこの態様は簡単な形状でありかつ均質な電流の分配を行えるためである。

#### 【0025】

内側の周設された接触ウェブ52が外側の周設された接触ウェブ52と中央の接触面との中間に配置されている場合、及び半径方向の接触ウェブ53が発光層20の縁部の正中線に沿って延在する場合が特に有利である。

#### 【0026】

第2の電気接触層50の格子バターンは、図2及び3の実施例と同様に、つな

がったパターンとして形成されていてもよい。しかしながら、パターンがつながっていないようになっていてもよい。このような実施例は図4に示されている。この場合、この格子パターンは中央の円形接触面51を有し、この中央の円形接触面51を4つの対称対の形の円形接触点54を取り囲み、この円形接触点54は中央の接触面51と直接的につながっていない。それにもかかわらずこの種の実施例に対して第2の電気接触層50のつながっていない断片の間の電気接続を製造するために、接触面51及び54を設けた後に、付加的に薄い透明な導電性の層、例えば酸化スズインジウム(ITO)をこのパターン上に堆積させる。第2の電気接触層50の格子パターンは他の形状、例えばメアンダーパターン(Maanderstruktur)等であってもよい。

#### 【0027】

本発明による発光ダイオードは多様な方法で製造することができる。第2の電気接触層50は原則としてパターン40の上に堆積させることができるために、簡単な製造方法は、まず電流拡散層30の表面を記載された方法でバーニングし、引き続き第2の電気接触層50を、開口領域が所望の構造の形を有する陰影マスクを通して蒸着させるか又はスパッタプロセスで設けることにある。これとは別に、第2の電気接触層50をまず記載されたプロセスにより全面に設け、引き続きリソグラフィー及びエッティング工程によるか又はリフトオフ技術(Lift-off-Technik)を用いてバーニングすることもできる。第2の製造方法の場合、所望のラテラルなパターンを有する第2の電気接触層50を、前記の製造プロセスの一つにより、電流拡散層30のなおバーニングされていない表面に設け、引き続き電流拡散層30の表面のパーティカルなバーニングを行い、その際、第2の電気接触層50は損傷されないように配慮する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

リフレクタ内に配置された本発明による表面バーニングされた発光ダイオードの略示断面図

##### 【図2】

第2の電気接触層の第1の実施例を発光ダイオードのバーニングされた光出

射面側の平面図

【図3】

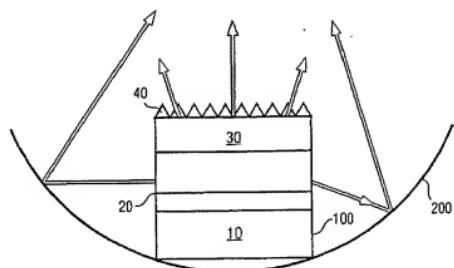
第2の電気接触層の第2の実施例のバーニングされた光放射面側の平面図

【図4】

第2の電気接触層の第3の実施例の平面図

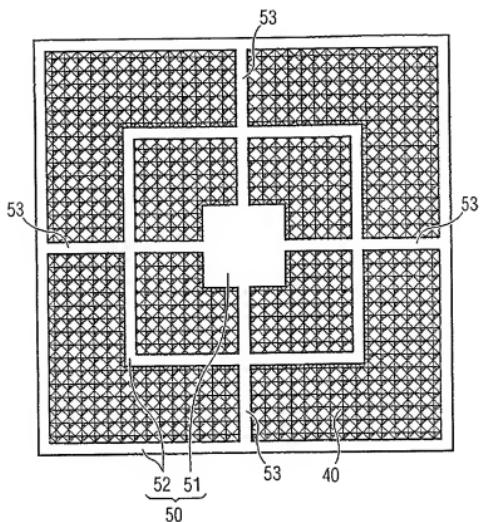
【図1】

FIG 1



【図2】

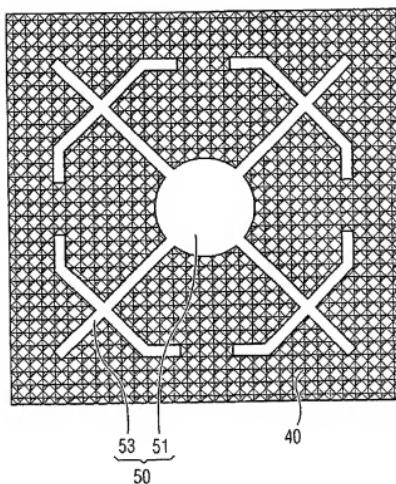
FIG 2



(図3) 103-510853 (P2003-510853A)

【図3】

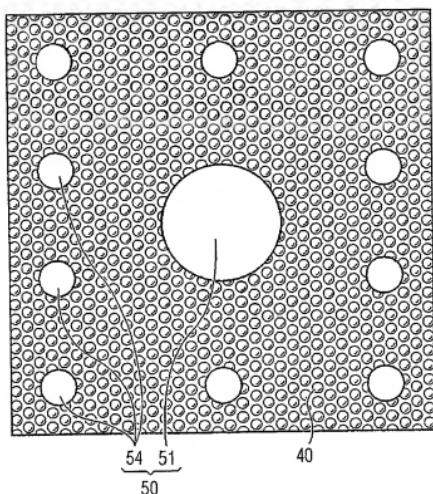
FIG 3



(図4) 103-510853 (P2003-510853A)

【図4】

FIG 4



【手続補正書】

【提出日】平成14年4月5日(2002.4.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板(10)、前記の基板(10)上に作成された少なくとも1つの発光層(20)及び前記の発光層(20)上に設けられた透明な電流拡散層(30)を有する半導体積層構造体と、

基板背面上の第1の電気接触層と、

電流拡散層(30)上に設けられている第2の電気接触層(50)とを有する発光ダイオード(100)において、

電流拡散層(30)の表面が、光放射の改善のためにパーティカルなパターン(40)を有し、かつ

第2の電気接触層(50)が、中央の、特に円形又は正方形の接触面(51)と、ダイオード幅と比べて狭い接触ウェブ(52;53)及び／又は接触点(54)からなる、前記の中央の接触面(51)の中心点に対して回転対称の接触パターン(52;53;54)とを有するラテラルなパターンを有し、前記のパターンが電流拡散層中へのほぼ均一な電流の流れを生じさせることを特徴とする、発光ダイオード(100)。

【請求項2】 回転対称体が整数であり、特に発光ダイオード回転対称体に一致する、請求項1記載の発光ダイオード(100)。

【請求項3】 第2の電気接触層(50)が相互につながって構成されている、請求項1から2までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)。

【請求項4】 第2の電気接触層(50)は相互につながっておらず、かつ透明な導電性金属層によって相互に接続されている、請求項1から2までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)。

【請求項5】 第2の電気接觸層（50）が、電流拡散層のバターニングされた及び／又はバターニングされていない断片上に設けられている、請求項1から4までのいずれか1項記載の発光ダイオード（100）。

【請求項6】 パーティカルなパターン（40）が有利に規則的に配置されたn個の側面の（n≥3）の角錐、截頭角錐、円錐又は截頭円錐を有する、請求項1から5までのいずれか1項記載の発光ダイオード（100）。

【請求項7】 第2の接觸層（50）がダイオードの縁部に沿って延在する外側に周設された接觸ウェブ（52）と、中央の接觸面（51）と外側に周設された接觸ウェブとの間に延在する内側に周設された接觸ウェブ（52）とを有し、前記の接觸ウェブは相互に並びに中央の接觸面（51）と半径方向に延在する接觸ウェブ（53）を介して接続されている、請求項1から6までのいずれか1項記載の発光ダイオード（100）。

【請求項8】 内側に周設された接觸ウェブ（52）が外側に周設された接觸ウェブ（52）と中央の接觸面との間の中心に配置されており、半径方向に延在する接觸ウェブ（53）はダイオードの縁部の正中線に沿って延在する、請求項7記載の発光ダイオード（100）。

【請求項9】 基板（10）上に発光層（20）を、引き続き比較的厚い透明な電流拡散層（30）を設け、かつ基板背面上に第1の電気接觸層を設け、

電流拡散層（30）の表面に、光放射の改善のために、パーティカルなパターン（40）を作成し、

電流拡散層（30）のバターニングされた表面上に、所望のラテラルなパターンを有する第2の電気接觸層（50）設けることを特徴とする、請求項1から8までのいずれか1項記載の発光ダイオード（100）の製造方法。

【請求項10】 基板（10）上に発光層（20）を、引き続き比較的厚い透明な電流拡散層（30）を設け、かつ基板背面上に第1の電気接觸層を設け、

電流拡散層（30）の表面上に所望のラテラルなパターンを有する第2の電気接觸層（50）を設け、

前記の第2の電気接觸層（50）の範囲外の電流拡散層（30）の表面に、光放射の改善のために、パーティカルなパターン（40）を作成することを特徴と

(47) 03-510853 (P2003-510853A)

する、請求項1から8までのいずれか1項記載の発光ダイオード(100)の製造方法。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter.	Int'l Application No.
PCT/DE 00/03291	

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
(IPC 7)  
H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to an national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum document(s) searched (identification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Description of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 779 924 A (KISH JR FRED A ET AL) 14 July 1998 (1998-07-14) claims 1,9,10; figure 7C	1,4,6,8, 9 2,3,5,7
Y	US 5 696 865 A (GERNER JOCHEN ET AL) 16 December 1997 (1997-12-16) abstract; claim 1; figure 1	2,3,5
Y	EP 045 757 A (HEWLETT PACKARD CO) 2 January 1991 (1991-01-02) figure 3	7
A	US 5 744 828 A (NISHITANI KATSUHIKO ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) figure 1	2,3
	---	-/-

<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/>	Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents:			
*A* document defining the general state of the art which is not immediately of particular relevance			
*E* earlier document, but published on or after the International filing date			
*L* document which may throw doubt on priority (claims) or which is cited to establish the publication date of another document or to show that the document is not an invention			
*D* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means			
*P* document published prior to the International filing date but later than its priority date claimed			
*T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but which may be used to understand the present state of the invention			
*X* document of particular relevance, the claimed invention being either disclosed or believed to be susceptible to involve an inventive step when the document is taken alone			
*Y* document of particular relevance, the claimed invention being either disclosed or believed to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents in such combination being deemed to be of interest in the field			
*Z* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the International search		Date of mailing of the International search report	
16 January 2001		22/01/2001	
Name and mailing address of the International Searching Authority		Authorized officer	
European Patent Office, P.O. 5818-Patenten 2 NL - 2280 MV Rijswijk Tel. (+31-70) 343-0960, Tx. 31 891 epo NL Fax. (+31-70) 342-3010		Werner, A	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten. and Application No.  
PCT/DE 00/03291

C(Confidential) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		Relevant to claim No.
Category	Content of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	
A	<p>CUEVAS A ET AL: "26-PERCENT EFFICIENT POINT-JUNCTION CONCENTRATOR SOLAR CELLS WITH AFRONT METAL GRID" IEEE ELECTRO DEVICE LETTERS,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 11, no. 1, 1990, pages 6-8, XP000085351 ISSN: 0741-3106 figure 2</p> <p>—</p>	1
2		

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (JULY 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

## Information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/DE 00/03291

Parent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5779924	A	14-07-1998	DE 19709228 A GB 2311413 A JP 10004209 A SG 54385 A	25-09-1997 24-09-1997 06-01-1998 16-11-1998
US 5698865	A	16-12-1997	DE 19517697 A JP 8316525 A	14-11-1996 29-11-1996
EP 0405757	A	02-01-1991	JP 3035568 A US 5087949 A	15-02-1991 11-02-1992
US 5744828	A	28-04-1998	JP 9036431 A	07-02-1997

---

フロントページの続き

(72)発明者 クラウス シュトロイベル  
ドイツ連邦共和国 ラーバー エアレンシ  
ュトラーセ 7  
Fターム(参考) 5F041 AA03 CA05 CA74 CA85 CA88  
CA93